

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005年4月21日 (21.04.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/036137 A1

(51) 国際特許分類: G01N 11/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/014627

(22) 国際出願日: 2004年10月5日 (05.10.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2003-351688  
2003年10月10日 (10.10.2003) JP(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社  
東北テクノブレインズ(TOHOKU TECHNO-BRAINS  
CORPORATION) [JP/JP]; 〒9800845 宮城県仙台市青  
葉区荒巻字青葉無番地 Miyagi (JP). 財団法人 21あおもり産業総合支援センター (AOMORI SUPPORT  
CENTER FOR INDUSTRIAL PROMOTION) [JP/JP];  
〒0300801 青森県青森市新町二丁目4番1号 Aomori  
(JP).

(71) 出願人 および

(72) 発明者: 内田 龍男 (UCHIDA, Tatsuo) [JP/JP]; 〒  
9830014 宮城県仙台市宮城野区高砂2丁目1番  
11号 Miyagi (JP).

(72) 発明者; および

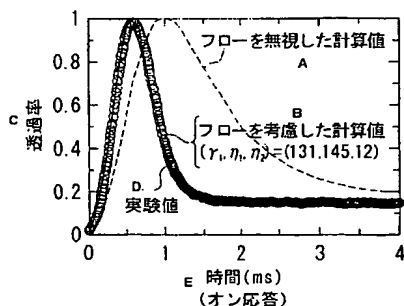
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 宮下 哲哉  
(MIYASHITA, Tetsuya) [JP/JP]; 〒9820807 宮城県仙  
台市太白区八木山南1丁目9番地の23 Miyagi (JP).  
石鍋 隆宏 (ISHINABE, Takahiro) [JP/JP]; 〒9810913  
宮城県仙台市青葉区昭和町3-3 1 Miyagi (JP).(74) 代理人: 小林 英一 (KOBAYASHI, Eiichi); 〒2730005  
千葉県船橋市本町6丁目1番7号 Chiba (JP).

[続葉有]

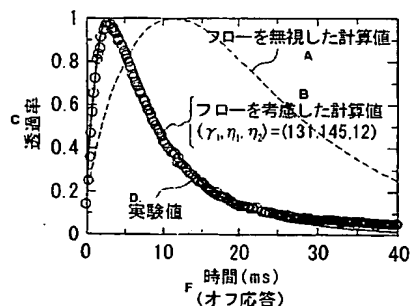
(54) Title: MEASURING METHOD AND DEVICE FOR LIQUID CRYSTAL VISCOSITY COEFFICIENT

(54) 発明の名称: 液晶の粘性係数の測定方法および装置

(a)



(b)



A.. CALCULATION VALUE IN NEGLECT OF FLOW  
B.. CALCULATION VALUE IN CONSIDERATION OF FLOW  
C.. PERMEABILITY  
D.. EXPERIMENT VALUE  
E.. TIME (ms) (ON-RESPONSE)  
F.. TIME (ms) (OFF-RESPONSE)

(57) Abstract: [PROBLEMS] A method and a device for measuring liquid crystal viscosity coefficient capable of easily measuring with high accuracy response speed-governing rotating viscosity coefficient  $\gamma_1$  and Miesowicz' s shear viscosity coefficients  $\eta_1$  and  $\eta_2$ . [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] A method of measuring liquid crystal viscosity coefficients for determining the values of viscosity coefficients by the fitting between the Erichsen-Lesly theoretical value and the actually measured value of response characteristics, wherein a homogeneous-orientation liquid crystal cell (10) is selected as an object of measuring, on-response characteristics are measured as a first step to determine the value of rotating viscosity coefficient  $\gamma_1$  from the measured result, and then off-response characteristics are measured as a second step to determine the values of Miesowicz' s shear viscosity coefficients  $\eta_1$  and  $\eta_2$  from the measured result. General values are used for viscosity coefficients other than  $\gamma_1$  in the first step calculation, and values determined in the first step are used for  $\gamma_1$  in the second step calculation.

(57) 要約: 課題: 応答速度に支配的な、回転粘性係数  $\gamma_1$  とミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$  および  $\eta_2$  を容易にかつ高精度に測定しうる、液晶の粘性係数の測定方法および装置を提供する。解決手段: 応答特性のエリクセン-レスリー理論値と実測値とのフィッティングにより粘性係数の値を決定する液晶の粘性係数の測定方法において、ホモジニアス配向の液晶セル10を測定対象として、まず第1ステップとしてオン応答特性を測定しその結果から回転粘性係数  $\gamma_1$  の値を決定し、次いで第2ステップとしてオフ応答特性を測定しその結果からミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の値を決定する。第1ステップの計算では  $\gamma_1$  以外の粘性係数は一般的な値を用いておく。第2ステップの計算での  $\gamma_1$  には第1ステップで決定した値を用いる。



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 液晶の粘性係数の測定方法および装置

## 技術分野

- [0001] 本発明は、液晶の粘性係数の測定方法および装置に関し、特に、液晶の回転粘性係数 $\gamma$  およびミーソヴィッツ粘性係数のうち $\eta_1$ 、 $\eta_2$ を高精度に測定できる測定方法および装置に関する。

## 背景技術

- [0002] 近年、液晶テレビジョンの進歩に伴い、より高速でスイッチする液晶表示装置(Liquid Crystal Display:略号LCD。以下、適宜この略号で記す。)の開発が強く望まれている。本発明者らはこれまでに、LCDの応答には液晶のフロー効果が重要な役割を演じていることを明らかにしてきた(非特許文献1)。このフロー効果の理論は、エリクセン-レスリー(Ericksen-Leslie)により立てられたものである(非特許文献2-4)。この理論によれば、液晶を異方性粘性流体とみなして、連続弾性体理論を盛り込んだ流体力学系が、数1に示す運動方程式および数2に示す角運動量保存式(非特許文献5)により記述される。

- [0003] [数1]

運動方程式

$$\frac{d}{dz} \left\{ \alpha_2 \dot{n}_x n_z + \alpha_3 \dot{n}_z n_x + \left( \alpha_1 n_x n_y n_z^2 + \frac{1}{2} \alpha_3 n_x n_y + \frac{1}{2} \alpha_6 n_x n_y \right) \frac{\partial v_y}{\partial z} \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \left( 2 \alpha_1 n_x^2 n_z^2 - \alpha_2 n_z^2 + \alpha_3 n_x^2 + \alpha_4 + \alpha_5 n_z^2 + \alpha_6 n_x^2 \right) \frac{\partial v_x}{\partial z} \right\} = 0$$

$$\frac{d}{dz} \left\{ \alpha_2 \dot{n}_y n_z + \alpha_3 \dot{n}_z n_y + \left( \alpha_1 n_x n_y n_z^2 + \frac{1}{2} \alpha_3 n_x n_y + \frac{1}{2} \alpha_6 n_x n_y \right) \frac{\partial v_x}{\partial z} \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \left( 2 \alpha_1 n_y^2 n_z^2 - \alpha_2 n_z^2 + \alpha_3 n_y^2 + \alpha_4 + \alpha_5 n_z^2 + \alpha_6 n_y^2 \right) \frac{\partial v_y}{\partial z} \right\} = 0$$

$\alpha_1 \sim \alpha_6$  : Leslie の粘性係数

$v$  : 速度ベクトル

$n$  : 配向ベクトル

[0004] [数2]

角運動量保存式

$$\gamma_1 \dot{n}_x = \gamma n_x - \frac{\partial F}{\partial n_x} + \frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial F}{\partial \left( \frac{\partial n_x}{\partial z} \right)} - \alpha_2 n_z \frac{\partial v_x}{\partial z}$$

$$\gamma_1 \dot{n}_y = \gamma n_y - \frac{\partial F}{\partial n_y} + \frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial F}{\partial \left( \frac{\partial n_y}{\partial z} \right)} - \alpha_2 n_z \frac{\partial v_y}{\partial z}$$

$$\gamma_1 \dot{n}_z = \gamma n_z - \frac{\partial F}{\partial n_z} + \frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial F}{\partial \left( \frac{\partial n_z}{\partial z} \right)} - \varepsilon_0 \Delta \varepsilon \left( \frac{D_z}{n_z^2 (\varepsilon_{//} - \varepsilon_{\perp}) + \varepsilon_{\perp}} \right)^2 n_z - \alpha_3 n_x \frac{\partial v_x}{\partial z} - \alpha_3 n_y \frac{\partial v_y}{\partial z}$$

$\gamma_1$ : 回転粘性係数

( $\gamma_1 = \alpha_3 - \alpha_2$ )

$\gamma$ : 任意定数

$D_z$ : 電束密度

$\varepsilon_{//}$ : 長軸方向の誘電率

$\varepsilon_{\perp}$ : 短軸方向の誘電率

$F$ : 歪みの自由エネルギー密度

$$F = \frac{1}{2} k_{11} (\Delta_{//} \bar{n})^2 + \frac{1}{2} k_{22} \left( \bar{n}_{//} (\nabla \times \bar{n}) + \frac{\pi}{\lambda_0} \right)^2 + \frac{1}{2} k_{33} (\bar{n} \times (\nabla \times \bar{n}))^2$$

$k_{11}$ ,  $k_{22}$ ,  $k_{33}$ : 弾性定数

$\lambda_0$ : ラセンピッチ

- [0005] 上記の数1式、数2式に含まれる係数 $\alpha_1 \sim \alpha_6$ は、レスリー粘性係数と呼ばれており、これらの間には、 $\alpha_6 = \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_5$ なる関係があるので、全6つのうち独立なものは5つである。しかし、これらは測定系との対応が不確定であるため原理的に直接測定することができない。一方、測定系との対応が確定している(すなわち原理的には測定可能な)粘性係数として、ミーソヴィッツ (Miesowicz) 粘性係数が知られている。これには、図1に示すような、分子の短軸方向、長軸方向に平行なせん断フローに対する粘性係数(ずれ粘性係数) $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 、分子の長軸回りのねじれ方向のフローに対する粘性係数(ねじれ粘性係数) $\eta_3$ 、および分子の短径が圧縮される方向のフローに対する粘性係数(圧縮粘性係数) $\eta_{12}$ の4つがある。これら4つに数2式中の回転粘性係数 $\gamma_1$ (これも測定可能)を付加した5つのパラメータと、レスリー粘性係数 $\alpha_1 \sim \alpha_6$ との間には、数3で表される関係があることが知られている。そこで、これら5つ

のパラメータの値を精度よく測定できれば、数3式を $\alpha$ について解いた数4式からレスリー粘性係数を算出し、その結果を用いて数1式、数2式をコンピュータによる数値解法で解くことにより液晶の応答性を正しく評価することができ、さらには、液晶材料の改善にも寄与することができる。

[0006] [数3]

$\eta$  : Miesovicz 粘性係数

$$\eta_1 = (-\alpha_2 + \alpha_4 + \alpha_5) / 2$$

$$\eta_2 = (\alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_6) / 2$$

$$\eta_3 = \alpha_4 / 2$$

$$\eta_{12} = \alpha_1$$

$$\gamma_1 = \alpha_3 - \alpha_2$$

[0007] [数4]

$\alpha$  : Leslie 粘性係数

$$\alpha_1 = \eta_{12}$$

$$\alpha_2 = -(\eta_1 - \eta_2 + \gamma_1) / 2$$

$$\alpha_3 = -(\eta_1 - \eta_2 - \gamma_1) / 2$$

$$\alpha_4 = 2 \eta_3$$

$$\alpha_5 = (3 \eta_1 + \eta_2 - 4 \eta_3 - \gamma_1) / 2$$

$$(\alpha_6 = \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_5)$$

[0008] 従来知られている液晶の粘性係数の測定方法としては、TN液晶セルの電気応答特性を使って、前記5つのパラメータを同時に動かして得た計算値と実測値とのフィッティングにより最適なパラメータ値を探す方法がある(非特許文献6)。なお、圧縮に係るパラメータ $\eta_{12}$ は、通常は無視してよいから、通常は同時に動かされるパラメータは4つである。また、回転粘性係数 $\gamma_1$ については、可動式の2つの表面に電圧を印加できる特殊な構造の回転粘性計を用いた測定方法が知られている(非特許文献7)

)。

非特許文献1: S.Onda, T.Miyashita, T.Uchida: Asia Display 98

Proceedings(1998)p.1055

非特許文献2: F.M.Leslie: Quart.J.Mech,Appl.Math.,19(1966)p.357

非特許文献3: F.M.Leslie: Liquid Crystals(1968)p.365

非特許文献4: J.L.Ericksen: Mol.Cryst.Liq.Cryst.(1969)p.153

非特許文献5: C.Z.van Doorn: J.of Applied Physics,46,9(1975)p.3738

非特許文献6: O.Cossalter, B.Carmer, D.A.Mlynsky: J.of Physics 2,At.Mol.Cluster Phys.Chem.Phys.Mech.Hydrodyn.Vol.6,No.12(1996)pp.1663-1669

非特許文献7: K.Skarp, S.T.Lagerwall, B.Stebler: "Measurement of hydrodynamic parameters for nematic 5CB",Molecular Crystal Liquid

Crystal,Vol.60(1980)pp.215-236

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、上記従来のフィッティングによる測定方法では、同時に変化させるパラメータが4つと多く、計算に時間がかかる上、精度が低いという問題があった。また、回転粘性計を用いた測定方法では、回転粘性係数 $\gamma_1$ しか測定できず、しかもその精度は不十分である。すなわち、従来の技術では、LCDの応答性を支配する上記5つの粘性係数の測定方法が確立されていない。そこで、本発明では、その中でも応答速度に支配的な、回転粘性係数 $\gamma_1$ とミーソヴィッツのずれ粘性係数 $\eta_1$ および $\eta_2$ をとりあげ、これらを容易にかつ高精度に測定しうる、液晶の粘性係数の測定方法および装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

- [0010] 本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討し、とくに、使用する液晶配向方式をホモジニアス配向とし、その電気光学応答特性を用いたフィッティング法を考究し、次の知見を得た。すなわち、ホモジニアス配向において、低電圧印加時は分子が基板にほぼ平行に並んでおり、この状態に、2枚の基板間に電圧を印加した時の配向変化では、ねじれ粘性係数は全く影響せず、また実効的にずれ粘性係数の

影響はほとんどない。したがって、印加電圧を低電圧から高電圧にスイッチングしたときの応答特性は他の配向方式に比べ  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の影響を受けにくい。つまり、印加電圧を低電圧 (例えば 0V) から高電圧 (例えば 10V) に変化させたときの応答特性 (オン応答特性) を用いることによりミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  およびねじれ粘性係数  $\eta_3$  がほとんど影響しない条件下で回転粘性係数  $\gamma_1$  のみを決定できる。なお、圧縮粘性係数  $\eta_{12}$  は前述のように無視する (以下同じ。)。さらに、印加電圧を高電圧 (例えば 10V) から低電圧 (例えば 0V) に変化させたときの応答特性 (オフ応答特性) を用いて  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  が決定できる。この場合も  $\eta_3$  は影響しないので無視できる。

[0011] 本発明は、上記知見に基いてなされたものであり、その要旨は次のとおりである。

(1) 応答特性のエリクセン-レスリー理論値と実測値とのフィッティングにより粘性係数の値を決定する液晶の粘性係数の測定方法において、ホモジニアス配向の液晶セルを測定対象として、まずオン応答特性を測定しその結果から回転粘性係数  $\gamma_1$  の値を決定し、次いでオフ応答特性を測定しその結果からミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の値を決定することを特徴とする液晶の粘性係数の測定方法。

(2) 応答特性のエリクセン-レスリー理論値と実測値とのフィッティングにより粘性係数の値を決定する液晶の粘性係数の測定装置であって、液晶セルを照射する光源と、前記液晶セルへの印加電圧値を高低2値の双方向に切替え可能な電圧源と、前記光源から出て前記液晶セルを透過した光の透過率データを、前記電圧源の切替え時点から 100  $\mu$ s 以下の時間間隔で採取可能な透過率測定器と、前記電圧源の切替え方向が高方向のときの前記透過率測定器の採取データに、回転粘性係数  $\gamma_1$  を種々変えて計算した前記理論値をフィッティングさせて  $\gamma_1$  の値を決定し、かつ前記電圧源の切替え方向が低方向のときの前記透過率の採取データに、ミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$  および  $\eta_2$  を種々変え  $\gamma_1$  は前記決定した値に固定して計算した前記理論値をフィッティングさせて  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の値を決定する演算を実行可能な演算器とを具備したことを特徴とする液晶の粘性係数の測定装置。

## 発明の効果

[0012] 本発明によれば、他の粘性係数の影響が小さい電気光学応答特性を用いて、まず回転粘性係数を、次いでずれ粘性係数をフィッティングするようにしたから、測定精



度を大幅に向上させることができ、また同時に変化させるパラメータが最大で2個と少ないため、計算時間を格段に短縮することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]ミーンヴィッツ粘性係数と流れ(フロー)の状態との対応関係を示す説明図である。

[図2]本発明に係る測定装置の好適例を示す模式図である。

[図3]実施例での実験値と計算値のフィッティング結果を示すオン(a)およびオフ(b)応答特性図である。

[図4]ベンド配向の液晶セルでの計算値と実験値との比較を示すオン(a)およびオフ(b)応答特性図である。

[図5]従来のフローを無視した計算による応答時間のセルギャップ依存性を実験値と比較して示した計算-実験比較対照図である。

[図6]本発明に則ってフローを考慮した計算による応答時間のセルギャップ依存性を実験値と比較して示した計算-実験比較対照図である。

### 符号の説明

- [0014]
- 1 光源
  - 2 電圧源
  - 3 透過率測定器
  - 4 演算器
  - 10 液晶セル
  - 11、12 偏光子

### 発明を実施するための最良の形態

[0015] 本発明では、測定対象である液晶セルとして、ホモジニアス配向としたものを用いる。ホモジニアス配向とは、低電圧印加時に分子が基板にほぼ平行に並ぶ配向をいう。ここで、ほぼ平行とは、液晶分子の長軸方向を基板に投影した時の方向がほぼ平行であるものを指し、基板面からの傾斜角は±いずれかの符号の側に揃って0〜90°の範囲にある状態を指す。なお、分子同士の方角の差は絶対値で10°以内(好ましくは2°以内)とするのがよい。ここで、方位角とは、液晶分子の長軸が、基板

面に平行に設けた基準軸に対してなす角度である。

[0016] ホモジニアス配向の液晶セルでは、オン応答特性に対する回転粘性係数以外の粘性係数の影響は無視し得る程度に小さい。そこで本発明では、まず第1ステップとして、オン応答特性を測定しその結果(実測値:または実験値ともいう。)にエリクセンレスリー理論値(以下、単に理論値または計算値ともいう。)をフィッティングさせることにより回転粘性係数  $\gamma_1$  の値を決定する。なお、測定対象とする液晶セルのセルギャップは、特に限定されないが、光学特性の変化を複屈折特性の変化や、透過率の変化として検出するために、好ましくは2〜10  $\mu\text{m}$  である。

[0017] オン応答特性は、オン切替え時すなわち液晶セルに対する印加電圧値を低電圧から高電圧に切替えたときの電気光学応答特性であり、該オン切替え時点からの液晶の透過率の経時変化により表される。ここで、高電圧としては、周期10ms以下の方形波の交番電圧を用いるのがよい。印加電圧値(交番電圧の振幅が該当)は特に限定されないが例えば10Vが好ましく用いる。また、低電圧としては、一定電圧0Vまたは高電圧と同じ周期の方形波でその振幅(印加電圧値)を高電圧よりも低い適宜の値とした交番電圧が好ましく用いる。

[0018] オン応答特性の実測値とフィッティングさせる理論値を計算する際には、回転粘性係数  $\gamma_1$  のみを種々変化させて計算する。なお、他の粘性係数は初期値として他の液晶材料の値(文献に載っている一般的な値)を入れておく。この計算方法は、前記の数1式および数2式を数値的に解き、その経時的に変化する配向の計算結果を用いて透過率の経時変化を計算するというものである。なお、偏光子を直交させた場合、透過率Tの計算には式:  $T = \sin^2(\pi \times \delta / \lambda_0)$  を用いる。ここで、 $\lambda_0$  は測定する光の波長、 $\delta$  は液晶セルのリタデーションである。

[0019] このように、第1ステップでは、計算値の計算条件と実験値の測定条件との双方を、回転粘性係数  $\gamma_1$  の影響が他の粘性係数とは独立に現れうる、互いに整合した条件としているので、計算値と実験値のフィッティングにより決定された回転粘性係数  $\gamma_1$  の値は、従来のフィッティングによるものに比べ、より正確なものとなる。

[0020] 次に、第2ステップとして、第1ステップと同じ液晶セルのオフ応答特性を測定しその実験値に計算値をフィッティングさせることによりミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$

、 $\eta_2$ の値を決定する。オフ応答特性は、オフ切替え時すなわち液晶セルに対する印加電圧値を高電圧から低電圧に切替えたときの電気光学応答特性であり、該オフ切替え時点からの液晶の透過率の経時変化により表される。第2ステップでは、印加電圧の切替え方向を第1ステップとは逆方向すなわち高電圧側から低電圧側に向かう方向とするが、この点を除けば印加電圧の形態および低電圧側、高電圧側の印加電圧値は第1ステップと同じでよい。

- [0021] このオフ応答特性に対して、ねじれ粘性係数 $\eta_3$ 、圧縮粘性係数 $\eta_{12}$ の影響は、無視し得る程度に小さいから、実験値とフィッティングさせる計算値を計算する際には、ミーソヴィッツのずれ粘性係数 $\eta_1$ 、 $\eta_2$ を種々変化させて、第1ステップと同様の方法で計算する。なお、回転粘性係数 $\gamma_1$ は第1ステップで決定した値に固定し、また、ねじれ粘性係数 $\eta_3$ 、圧縮粘性係数 $\eta_{12}$ は第1ステップと同じ値を入れておく。
- [0022] このように第2ステップでは、計算値の計算条件と実験値の測定条件との双方を、ミーソヴィッツのずれ粘性係数 $\eta_1$ 、 $\eta_2$ の影響が他の粘性係数とは独立に現れうる、互いに整合した条件としているので、計算値と実験値のフィッティングにより決定されたミーソヴィッツのずれ粘性係数 $\eta_1$ 、 $\eta_2$ の値は、従来のフィッティングによるものに比べ、より正確なものとなる。
- [0023] また、応答特性の計算において、同時に変化させるパラメータが、第1ステップでは1個、第2ステップでは2個と、従来のフィッティングでの4個に比べて少ないから、計算を2ステップに分けたことによる時間増分を考慮しても、計算時間は格段に短縮する。
- [0024] なお、第1ステップで仮に用いた $\eta_1$ 、 $\eta_2$ が、第2ステップの結果と大きく異なる場合は、第2ステップで得られた $\eta_1$ 、 $\eta_2$ を用い、再度第1ステップの手続と第2ステップの手続を行うことにより、高精度化が可能である。
- [0025] 本発明の測定方法を効率的に実施するためには、例えば図2に示すような測定装置を用いるのが好適である。図2において、1は液晶セル10を照射する光源である。光源1は白色光源、単色光源等々のいかなる光源でもよい。なお、液晶セル10の入射側、出射側には偏光子11、12が配置される。2は電圧源であり、これは、液晶セル10への印加電圧値を高低2値の双方向に切替え可能なものであればよく、通常の2

値電源およびスイッチング素子を用いて容易に構成できる。

[0026] 3は透過率測定器であり、これは、光源1から出て偏光子11、液晶セル10、偏光子12を順次透過した光の透過率データを、電圧源2の高低2値の双方向への切替え時点から100  $\mu$ s以下の時間間隔で採取可能なものが好ましい。透過率データの採取時間間隔が100  $\mu$ sよりも大きいと、透過率の時間分解能が粗くなってフィッティングの精度が低下する場合があるからである。透過率測定器3は、例えばフォトマルチプライアやフォトダイオード等の光検出器および、AD変換器、デジタルオシロスコープ等を組合わせて構成できる。

[0027] 4は演算器であり、これには、通常のコンピュータに、透過率測定器3の採取した透過率データに対して本発明に係る2ステップのフィッティング演算を行う機能を搭載したものが好ましく用いる。この2ステップのフィッティング演算は、上述のように、電圧源2の切替え方向が高方向のとき(第1ステップ)の透過率データに、回転粘性係数 $\gamma_1$ を種々変えて計算した計算値をフィッティングさせて $\gamma_1$ の値を決定し、さらに、電圧源2の切替え方向が低方向のとき(第2ステップ)の透過率データに、ミーソヴィッツのずれ粘性係数 $\eta_1$ および $\eta_2$ を種々変え $\gamma_1$ は第1ステップで決定した値に固定して計算した計算値をフィッティングさせて $\eta_1$ 、 $\eta_2$ の値を決定するというものである。

[0028] なお、電圧源2の切替えタイミング、および透過率測定器3のデータ採取開始タイミングは、同期制御することが好ましい。この同期制御は、演算器4としてコンピュータを用いる場合はそのコンピュータで行うようにしてもよく、あるいは別途適宜に設けた同期制御手段により行ってもよい。

## 実施例

[0029] 液晶材料にはTD1016XX(チッソ(株)製)を、配向膜にはAL1254(日本合成ゴム(株)製)を用いてホモジニアス配向の液晶セル(セルギャップ:6  $\mu$ m)を作製し、本発明の測定方法により応答特性を測定した。測定装置としては図2のように構成したものをを用いた。印加電圧は高側を周期1ms、振幅10Vの方形波の交番電圧とし、低側を一定電圧0Vとした。図3に第1ステップ(オン応答:a)、第2ステップ(オフ応答:b)の実験値と計算値のフィッティング結果を示す。このフィッティングで決定された粘性係数は、 $\gamma_1 = 131\text{cP}$ 、 $\eta_1 = 145\text{cP}$ 、 $\eta_2 = 12\text{cP}$ であった。なお、1cP(:センチポアズ

) = 1mPa・sである。

[0030] 続いて、これら決定した値の信頼性を確かめるため、ホモジニアス配向とはフローの影響が反対方向であるベンド配向の液晶セルを作製し、その応答特性の計算値と実験値との比較を行った。その結果を図4に示す。図4において(a)はオン、(b)はオフの応答特性であり、実線は前記決定した値を用いてフローを考慮した計算値、点線はフローを無視した計算値である。図4より明らかなように、本発明の測定方法で測定した粘性係数を用いてフローを考慮した計算値は、忠実に実験値を再現した。

[0031] さらに、フローを無視した計算では、例えば図5に示すように、各種液晶セルについて応答時間のセルギャップ依存性を計算してみても、実験値との一致具合は必ずしも良いとはいえず、しかもオン応答(a)とオフ応答(b)とで実験値とのずれの傾向も一貫していなかったのに対し、本発明の測定方法で測定した粘性係数を用いてフローを考慮した計算では、例えば図6に示すように、実験値との一致具合が格段に良好なものとなることもわかった。なお、図5、図6において、TNはツイストネマティック液晶セル、HANはハイブリッドアラインドネマティック液晶セル、ECBは電界制御型複屈折モードの平行配向の液晶セル、BENDはベンド配向の液晶セルであり、また、応答時間は、オン応答の場合、透過率が0%から立ち上がって90%に達するまでの時間、オフ応答では、透過率が100%から立ち下がって10%に達するまでの時間とした。

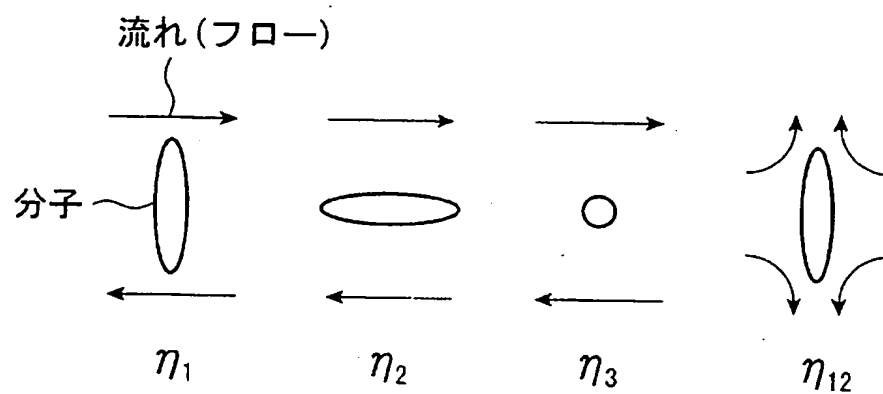
#### 産業上の利用可能性

[0032] 本発明は、LCDの設計、製造や評価等に係る産業に利用することができる。

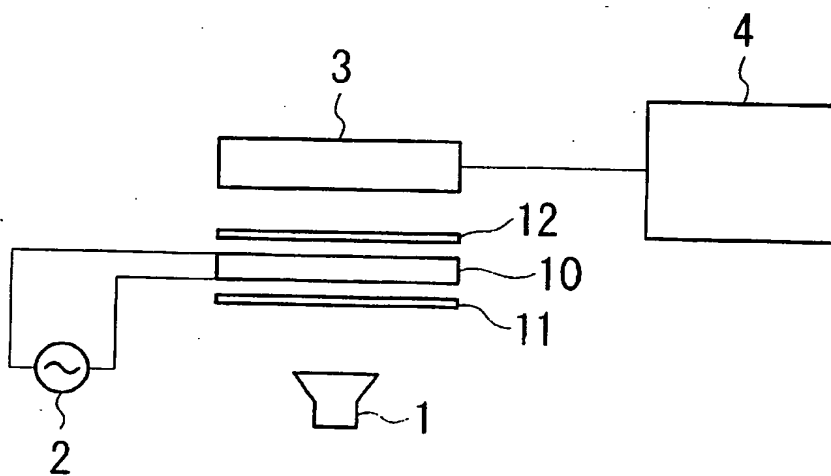
## 請求の範囲

- [1] 応答特性のエリクセン-レスリー理論値と実測値とのフィッティングにより粘性係数の値を決定する液晶の粘性係数の測定方法において、ホモジニアス配向の液晶セルを測定対象として、まずオン応答特性を測定しその結果から回転粘性係数  $\gamma_1$  の値を決定し、次いでオフ応答特性を測定しその結果からミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の値を決定することを特徴とする液晶の粘性係数の測定方法。
- [2] 応答特性のエリクセン-レスリー理論値と実測値とのフィッティングにより粘性係数の値を決定する液晶の粘性係数の測定装置であって、液晶セルを照射する光源と、前記液晶セルへの印加電圧値を高低2値の双方向に切替え可能な電圧源と、前記光源から出て前記液晶セルを透過した光の透過率データを、前記電圧源の切替え時点から100  $\mu$ s以下の時間間隔で採取可能な透過率測定器と、前記電圧源の切替え方向が高方向のときの前記透過率測定器の採取データに、回転粘性係数  $\gamma_1$  を種々変えて計算した前記理論値をフィッティングさせて  $\gamma_1$  の値を決定し、かつ前記電圧源の切替え方向が低方向のときの前記透過率の採取データに、ミーソヴィッツのずれ粘性係数  $\eta_1$  および  $\eta_2$  を種々変え  $\gamma_1$  は前記決定した値に固定して計算した前記理論値をフィッティングさせて  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の値を決定する演算を実行可能な演算器とを具備したことを特徴とする液晶の粘性係数の測定装置。

[図1]

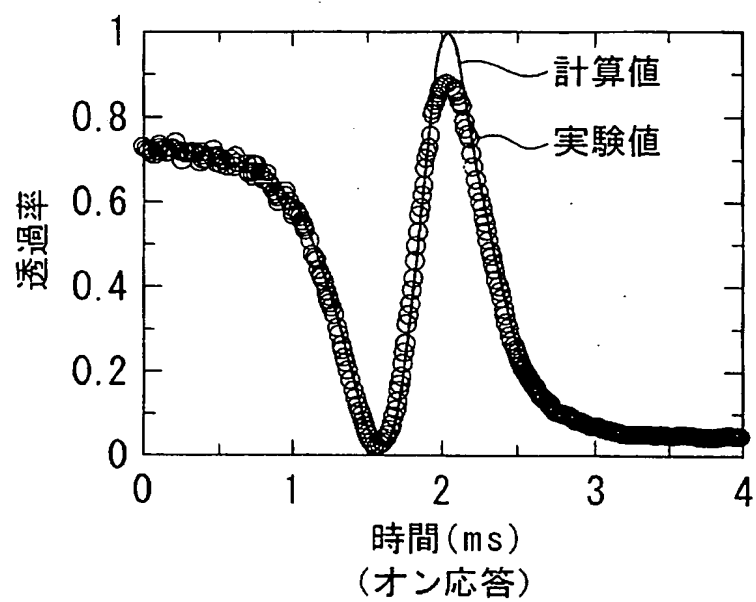


[図2]

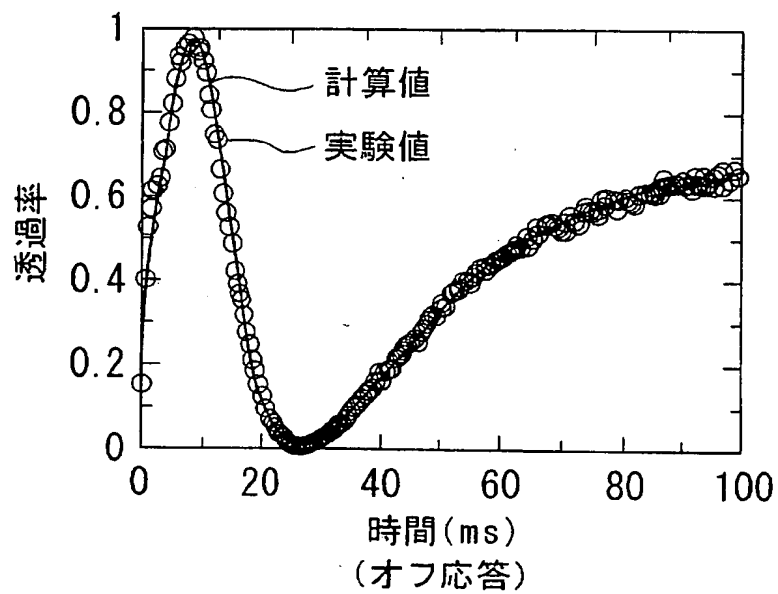


[図3]

(a)



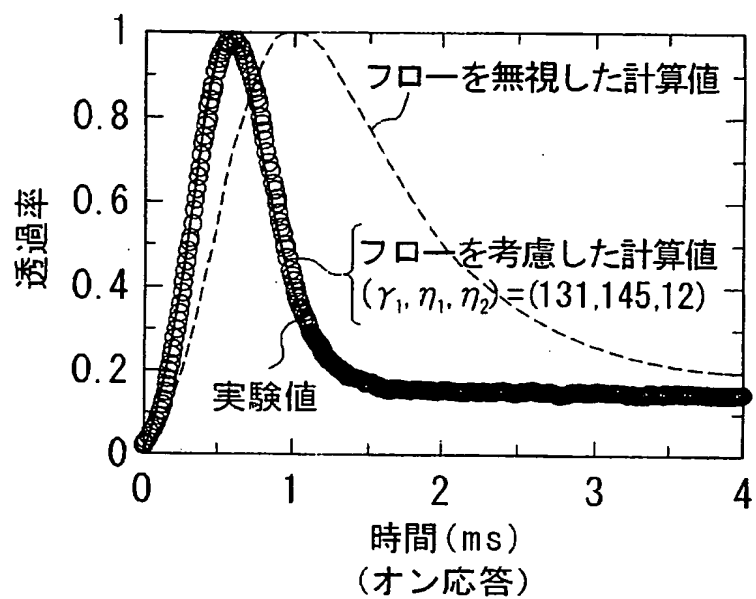
(b)



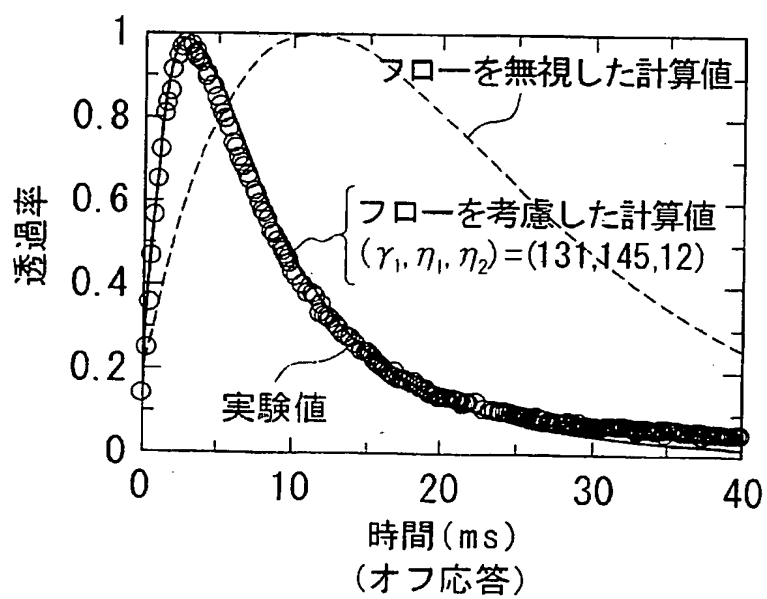


[図4]

(a)

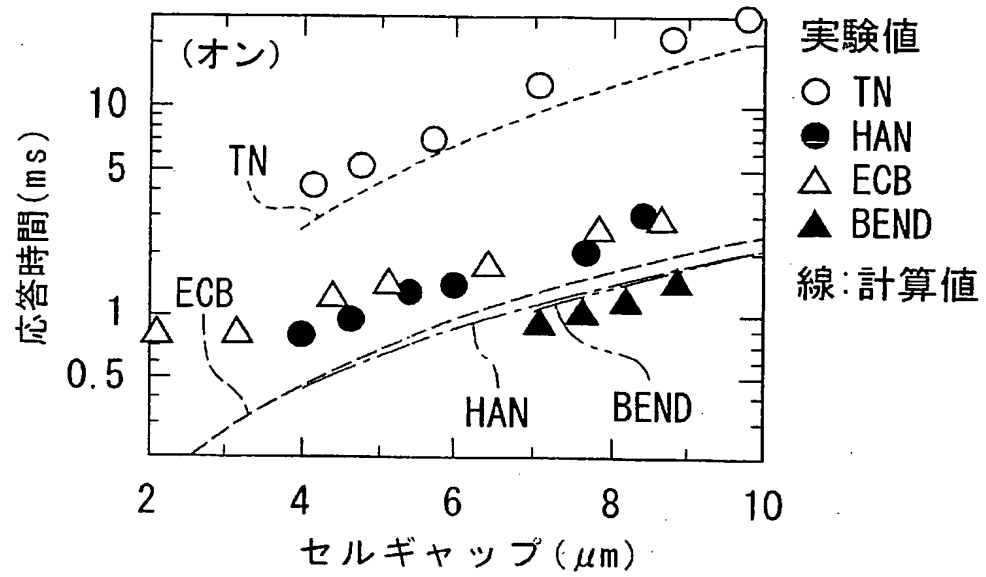


(b)

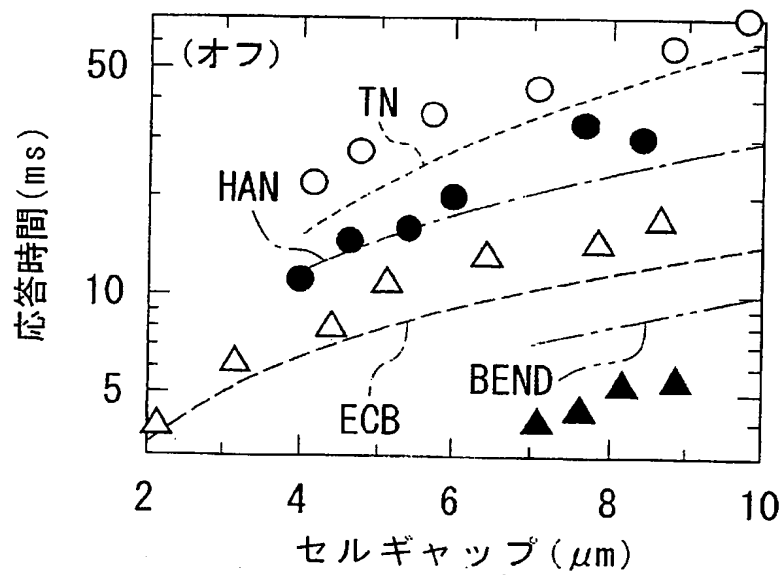


[図5]

(a)

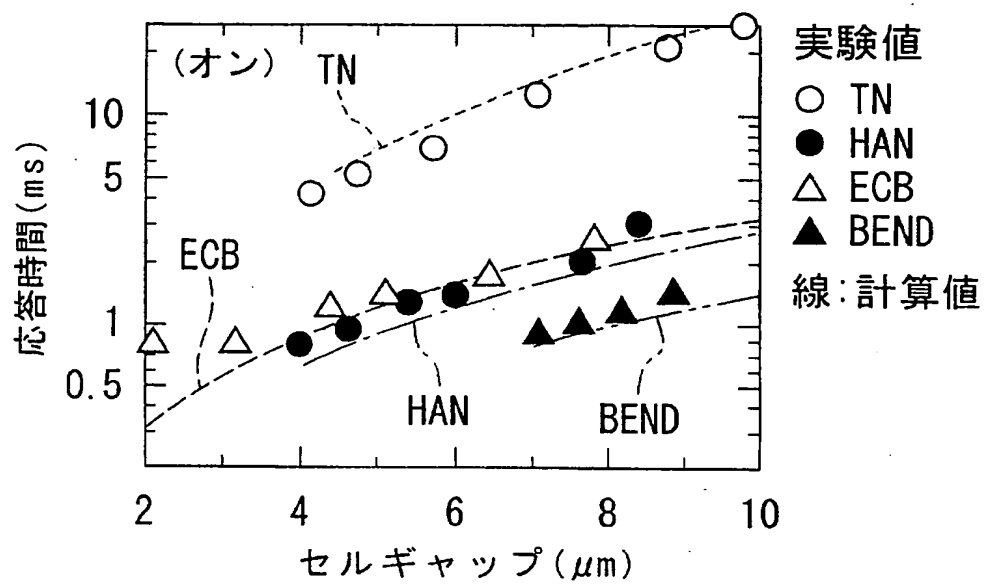


(b)

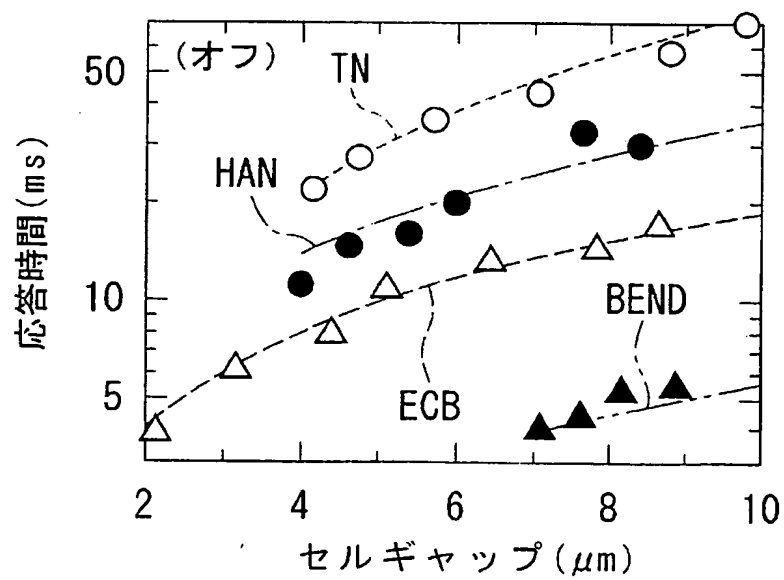


[図6]

(a)



(b)



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01N11/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01N11/00-11/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	CH. GAHWILLER, Direct Determination of the Five Independent Viscosity Coefficients of Nematic Liquid Crystals, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 1973, Vol.20, pp. 301-318	1, 2
A	H.H. GRAF, Shear and rotational viscosity coefficients of two nematic liquid crystals, MOLECULAR PHYSICS, 1992, Vol.77, No.3, p. 521-538	1, 2
A	D. Armitage, Nematic Liquid-Crystal Viscosity and Response Time, SID 96 DIGEST, 1996, p. 584-587	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.01.2005

国際調査報告の発送日

01.02.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

遠藤 孝徳

2J

3210

電話番号 03-3581-1101 内線 3251

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	Shinya Onda, Dynamic Behavior of OCB-cell with Fast Response for a Color Sequential Liquid Crystal Display, ASIA DISPLAY 98, 1998, p. 1055-1058	1, 2
A	O. Cossalter, A New Method of Viscosity Determination from the Electro-Optical Response of a Nematic LCD, J. Phys. II France 6, 1996, p. 1663-1668	1, 2
A	K. SKARP, Measurements of Hydrodynamic Parameters for Nematic 5CB, Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1980, Vol. 60, pp. 215-236	1, 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014627

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01N11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01N11/00-11/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CH. GAHWILLER, Direct Determination of the Five Independent Viscosity Coefficients of Nematic Liquid Crystals, Molecular Crystals and Liquid Crystals, 1973, Vol.20, pages 301 to 318	1,2
A	H.H. GRAF, Shear and rotational viscosity coefficients of two nematic liquid crystals, MOLECULAR PHYSICS, 1992, Vol.77, No.3, pages 521 to 538	1,2
A	D. Armitage, Nematic Liquid-Crystal Viscosity and Response Time, SID 96, DIGEST, 1996, pages 584 to 587	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 January, 2005 (14.01.05)

Date of mailing of the international search report  
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Shinya ONDA, Dynamic Behavior of OCB-cell with Fast Response for a Color Sequential Liquid Crystal Display, ASIA DISPLAY 98, 1998, pages 1055 to 1058	1,2
A	O. Cossalter, A New Method of Viscosity Determination from the Electro-Optical Response of a Nematic LCD, J.Phys., II, France 6, 1996, pages 1663 to 1668	1,2
A	K. SKARP, Measurements of Hydrodynamic Parameters for Nematic 5CB Mol.Cryst.Liq. Cryst., 1980, Vol.60, pages 215 to 236	1,2